

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-94125

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)4月25日

G 01 J 3/02

S-7172-2G

3/50

7172-2G

H 01 L 27/14

7525-5F

審査請求 未請求 発明の数 3 (全7頁)

⑮ 発明の名称 カラーセンサ

⑯ 特 願 昭61-237879

⑰ 出 願 昭61(1986)10月8日

⑱ 発 明 者 浜 川 圭 弘 兵庫県川西市南花屋敷3丁目17番4号

⑱ 発 明 者 小 池 文 雄 神奈川県藤沢市川名1丁目12番2号 山武ハネウエル株式会社藤沢工場内

⑱ 発 明 者 宮 岸 哲 也 神奈川県藤沢市川名1丁目12番2号 山武ハネウエル株式会社藤沢工場内

⑲ 出 願 人 山武ハネウエル株式会社 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号

⑲ 出 願 人 浜 川 圭 弘 兵庫県川西市南花屋敷3丁目17番4号

⑳ 代 理 人 弁理士 山川 政樹 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

カラーセンサ

2. 特許請求の範囲

(1) P I N構造のアモルファス半導体で構成され分光感度が青色光に対してピークを持つ第1の光電センサとP I N構造のアモルファス半導体で構成され分光感度が赤色光に対してピークを持つ第2の光電センサとがP N接合を形成するように重ねられた積層体と、前記積層体の両端に設けられ少なくとも一方が透明である電極対とを備えたカラーセンサ。

(2) P I N構造のアモルファス半導体で構成され分光感度が青色光に対してピークを持つ第1の光電センサとP I N構造のアモルファス半導体で構成され分光感度が赤色光に対してピークを持つ第2の光電センサとがP N接合を形成するように重ねられた積層体と、前記積層体の両端に設けられ少なくとも一方が透明である電極対とを備えたカラーセンサを有し、前記電極対間に少なくとも3

種類のバイアス電圧を印加することができるバイアス電圧印加手段と、各バイアス電圧に応じた光電流を検出する光電流検出手段と、前記光電流検出手段に基づいて前記カラーセンサに入射した光の色彩を判定する色識別手段とを具備する色彩測定装置。

(3) P I N構造のアモルファス半導体で構成され分光感度が青色光に対してピークを持つ第1の光電センサとP I N構造のアモルファス半導体で構成され分光感度が赤色光に対してピークを持つ第2の光電センサとがP N接合を形成するように重ねられた積層体と、前記積層体の一端に設けられた共通電極と、前記積層体の他端に設けられ前記共通電極とそれぞれ対向する3つの個別電極とを備え、前記共通電極または前記個別電極の少なくともいずれか一方が透明であるカラーセンサを有し、前記個別電極のそれぞれと共通電極との間に互いに異なるバイアス電圧を印加するバイアス電圧印加手段と、前記個別電極毎にそれぞれ光電流を検出する光電流検出手段と、前記光電流検出手

段に基づいて前記カラーセンサに入射した光の色彩を判定する色識別手段とを具備する色彩測定装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は、赤、青、緑の3原色成分の色分解能を有するカラーセンサに関するものであり、特に、色分解フィルタを必要としないで3原色成分の色分解をするカラーセンサに関するものである。

#### (従来の技術)

カラーセンサとして、特開昭58-125869号公報に開示されているようなアモルファスシリコンのセンサ素子に着色有機樹脂等の光学フィルタを接着して色分解を実現するものがある。このようにカラーセンサにアモルファスシリコンの光電センサを基本構成要素として用いるのは、その受光感度特性が視感度に極めて近いからである。すなわち、アモルファスシリコンの光電センサによれば、700nm以上の近赤外領域の影響を受けず、そのために赤外カットフィルタを用いずに

ピークを持つ第2の光電センサとがPN接合を形成するように重ねられた積層体と、前記積層体の両端に設けられ少なくとも一方が透明である電極対とから構成されるものである。

また、本発明の色彩測定装置は、前記カラーセンサと、その電極対間に少なくとも3種類のバイアス電圧を印加することができるバイアス電圧印加手段と、各バイアス電圧に応じた光電流を検出する光電流検出手段と、前記光電流検出手段に基づいて前記カラーセンサに入射した光の色彩を判定する色識別手段とを備えたものである。さらに、本発明の他の色彩測定装置は、前記カラーセンサの一方の電極を3分割したものをを用い、3分割した電極のそれぞれと他方の共通電極との間に互いに異なるバイアス電圧を印加するバイアス電圧印加手段と、前記3分割した電極のそれぞれに得られる光電流を検出する光電流検出手段と、前記光電流検出手段に基づいて前記カラーセンサに入射した光の色彩を判定する色識別手段とを備えたものである。

色情報の抽出ができるのである。

#### (発明が解決しようとする問題点)

しかし、有機樹脂等の光学フィルタを接着することでカラーセンサとするかかる従来技術によれば、光学フィルタの分光透過率特性の経年変化や高温条件下での劣化により、カラーセンサとしての特性に変化が生じてしまうという問題点があった。また、光学フィルタをセンサ素子自体に直接接着する必要があるために、カラーセンサの大きさが光学フィルタの大きさの制約を受け、小型化に限界があった。さらに、光学フィルタを設けることで、もともと感度の低い青色側の感度がさらに低くなってしまい、これにより青色側に色特性の特徴がある色の識別が不十分であった。

#### (問題点を解決するための手段)

本発明のカラーセンサは上記問題点に鑑みてなされたものであり、PIN構造のアモルファス半導体で構成され分光感度が青色光に対してピークを持つ第1の光電センサとPIN構造のアモルファス半導体で構成され分光感度が赤色光に対して

#### (作用)

電極間に異なるバイアス電圧を印加することにより、緑、赤、青のそれぞれの波長帯にピークをもつ分光感度特性が得られる。そして、これらの分光感度特性に基づいて出力される光電流から所定の演算により色彩を判定する。

#### (実施例)

以下、実施例と共に本発明を詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例であるカラーセンサ1を示す側面図である。2は透明なガラス基板であり、3はこのガラス基板2上に形成された透明電極である。4は透明電極3上に形成されたPIN構造のアモルファスシリコンの光電センサであり、色彩を測定すべき物体からの反射光あるいは透過光(以下、単に被測定光という)Aの入射方向との関係から前段アモルファス光電センサとして位置付けられる。5は前段アモルファス光電センサ4上に形成されるPIN構造のアモルファスシリコンの光電センサであり、被測定光Aの入射方向との関係から後段アモルファス光電センサと

して位置付けられる。そして、この後段アモルファス光電センサ5のp層は前段アモルファス光電センサ4のn層に隣接して形成されており、光電センサ積層体6を構成している。7は後段アモルファス光電センサ5上に形成される裏面電極であり、この裏面電極7と透明電極3からカラーセンサ1内で発生する光電流を取り出す。

つぎに、このカラーセンサ1の動作を説明する。カラーセンサ1に、ガラス基板2側から被測定光Aが入射されると、アモルファスシリコンの吸収係数が短波長から長波長に向かうに従って指数関数的に減少するという特性を有することから、被測定光のうちの主に短波長成分は前段アモルファス光電センサ4のI層で吸収されてキャリアを発生し、長波長成分は後段アモルファス光電センサ5のI層で吸収されてキャリアを発生することになる。

前段アモルファス光電センサ4と後段アモルファス光電センサ5でそれぞれ発生したキャリアは、その接合面であるpn界面で再結合することにな

線Cに示すようになる。

ところで、カラーセンサ1の前段アモルファス光電センサ4のI層の厚さが後段アモルファス光電センサ5のI層の厚さより薄く形成されているときには、透明電極3と裏面電極7を介してカラーセンサ1に逆バイアスで電圧が印加されると、両方のI層中の電界の大きさはほぼ同じであることから、薄いI層を有する前段アモルファス光電センサ4で発生したキャリアの方が厚いI層を有する後段アモルファス光電センサ5で発生したキャリアよりも多くpn界面に達することになる。したがって、比較的小さい逆バイアス電圧が印加されているときには、カラーセンサ1全体で発生する光電流の大きさは、pn界面まで到達できるキャリアの少ない後段アモルファス光電センサ5の分光感度特性Bで決定されることになる。すなわち、カラーセンサ1の分光感度特性Cは、逆バイアス電圧の印加により、短波長側の分光感度がほとんど増加しないのに対して、長波長側の分光感度は大きく増加する現象が現れることになる。

るが、カラーセンサ1の光電センサ4、5がPIN構造のタンデム構造となっているために、等価的にいわば2つの電流源が直列に接続されているものとみなすことができる。したがってカラーセンサ1で発生する光電流は、前段アモルファス光電センサ4のキャリアと後段アモルファス光電センサ5のキャリアのうちの、少ない方で抑えられ決定されることになる。

ここで、上記動作を第2図に示す特性図で説明する。第2図は、透明電極3と裏面電極7との間に構成される前段アモルファス光電センサ4と後段アモルファス光電センサ5の分光感度特性を示すものである。カラーセンサ1の短波長側の分光感度特性は、キャリアの発生数の少ない後段アモルファス光電センサ5の分光感度特性Bの裾によって抑えられ決定される。そして、長波長側の分光感度特性は、キャリアの発生数の少ない前段アモルファス光電センサ4の分光感度特性Aの裾によって抑えられ決定されることになる。したがって、カラーセンサ1の分光感度特性は、同図の破

そして、逆バイアス電圧の印加で生ずる前段アモルファス光電センサ4のI層中の電界が、前段アモルファス光電センサ4で発生したほとんどのキャリアがpn界面に到達することになるという飽和現象を生じる範囲の程度のものであるならば、カラーセンサ1の分光感度特性は、引き続き、pn界面へのキャリア到達数の少ない後段アモルファス光電センサ5により決定されたままである。

しかし、印加する逆バイアスの電圧が、この飽和現象を生ずる電界を大きく越えるようなものになると、今度は前段アモルファス光電センサ4のI層中および後段アモルファス光電センサ5のI層中にそれぞれ極めて高い電界が生ずると共に、pn界面中の電界もかなり大きなものとなる。そのため、pn界面に達する前段アモルファス光電センサ4の発生キャリアがpn界面での局在準位を介して再結合することなく後段アモルファス光電センサ5へ注入されて裏面電極7まで抜けてくるといふ現象が考えられる。すなわち、主に短波長の入射によって前段アモルファス光電センサ4

のI層中に発生したキャリアがいわば強制的に裏面電極7まで引っ張りこまれて光電流として取り出されることから、カラーセンサ1の短波長側に分光感度が大きく増加する現象が現れることになる。

第3図は、上述した逆バイアス印加電圧の変化に伴う分光感度特性の変化を実証するために、本願発明者が実際に試作したカラーセンサ1を用いて行った実験の結果を示すものである。同図において、横軸は波長〔nm〕であり、縦軸は感度〔A/W〕である。ここで、この実験に用いたカラーセンサ1は、前段アモルファス光電センサ4のI層の厚さが1000Å、後段アモルファス光電センサ5のI層の厚さが5000Åであり、逆バイアス電圧 $V_B$ は、 $V_B = 0V$ 、 $-3V$ 、 $-6V$ に設定されている。なお、受光面積は $12mm^2$ である。

この図からわかるように、逆バイアス電圧 $V_B$ が0Vのとき（特性A）は、前段アモルファス光電センサ4と後段アモルファス光電センサ5の分光感度特性の重複部分に相当する560nm付近

Icが得られることになる。すなわち、Iaの感度は、560nm付近の感度が大きく、緑に強く感じ、Ibの感度は620nm付近の感度が大きく赤に強く感じ、Icの感度は470nm付近の感度が大きく青に強く感じることになり、十分に色分離された3色分解のカラーセンサを構成することになる。

しかも、このカラーセンサは、アモルファスシリコンの光電センサ上に着色有機樹脂の光学フィルタを接着して3色分解カラーセンサとなした従来のものと比較して、著しく青の感度が高い。すなわち、第5図は先に示した従来のカラーセンサの分光感度特性を示すものであり、緑や赤の分光感度のピークに比べて青の分光感度のピークが非常に低いことがわかる。これに対して本実施例のカラーセンサ1によれば、第4図に示すように青の分光感度特性Icが十分に高いことがわかる。

本実施例では、被測定光がガラス基板2側から入射される例を示したが、本発明はこのような構成に限定されるものではない。たとえば、裏面電

にピークを持った視感度に近い感度スペクトルを示す。

また、逆バイアス電圧 $V_B$ を $-3V$ に設定すると、短波長側の分光感度は600nm付近にピークを持つ後段アモルファス光電センサ5の感度スペクトルまで増大することになる（特性B）。

さらに、逆バイアス電圧 $V_B$ を $-6V$ まで増加させると、前段アモルファス光電センサ4と後段アモルファス光電センサ5の両者の分光感度の和に相当する感度スペクトルが現れる（特性C）。

このようなカラーセンサ1において、逆バイアス電圧 $V_B$ が0Vのときの分光感度特性を $I(0)$ 、 $-3V$ のときの分光感度特性を $I(-3)$ 、 $-6V$ のときの分光感度特性を $I(-6)$ と表し、

$$I_a = I(0) \quad \dots (1)$$

$$I_b = I(-3) - I(0) \quad \dots (2)$$

$$I_c = I(-6) - I(-3) \quad \dots (3)$$

を各波長毎に算出してプロットすると第4図に示すような、緑、赤、青の3原色のそれぞれにほぼ対応する色分解された分光感度特性Ia、Ib、

極7側から被測定光を入射させることも可能である。このときは、裏面電極7を透明電極で形成することが必要であるが、逆に第1図に示す透明電極3は透明に限られることなく金属電極形成することが可能である。また、この場合はガラス基板2もまた透明である必要がないことからステンレスやセラミックスで基板を形成することが可能となる。

また、前段アモルファス光電センサ4と後段アモルファス光電センサ5のタンデム構造も、PINPN構造に限られるものではなく、NIPNIP構造であってもよい。

さらに、本発明の動作原理の説明のために用いた第3図の実験データは、前段アモルファス光電センサ4のI層の厚さが1000Å、後段アモルファス光電センサ5のI層の厚さが5000Å、カラーセンサ1に印加する逆バイアス電圧が0V、 $-3V$ 、 $-6V$ のものであるが、本発明のカラーセンサ1の構造はこれらの数値に限定されるものではない。

しかしながら、第4図に示すようなカラーセン



サとして好ましい十分に色分離された3色分解能を得るためには、第1に、少なくとも前段アモルファス光電センサ4の分光感度特性と後段アモルファス光電センサ5の分光感度特性が、第2図に示すように比較的近い相対感度を持ちつつ緑の波長領域で交差するように、前後段アモルファス光電センサ4、5のそれぞれのI層の厚さを定める必要がある。第2に、被測定光の入射側である前段アモルファス光電センサ4のI層の厚さが、後段アモルファス光電センサ5のI層の厚さよりも薄く形成される必要がある。これにより、前段アモルファス光電センサ4の方がより低い逆バイアス電圧の印加で飽和するからである。さらに、第3として、印加する逆バイアス電圧としては、前段アモルファス光電センサ4の飽和状態を保ちつつカラーセンサ1の長波長側の分光感度を後段アモルファス光電センサ5の長波長側分光感度まで引き上げられるようなレベルと、トンネリングが発生することでカラーセンサ1の短波長側の分光感度を前段アモルファス光電センサ4の短波長側

の分光感度まで引き上げられるようなレベルとを用意する必要がある。

つぎに、このカラーセンサ1を用いた色彩測定装置について説明する。第6図は、本発明の色彩測定装置の一実施例を示すブロック図である。本実施例は、カラーセンサ1に印加する逆バイアス電圧を順次選択することにより光電流 $I(0)$ 、 $I(-3)$ 、 $I(-6)$ を得、これから演算により $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ を得るものである。

第6図において、10はカラーセンサ1に逆バイアス電圧を印加するバイアス回路手段であり、このバイアス回路手段10は予め設定された3種類のバイアス電圧(-6V、-3V、0V)の一つを選択的にカラーセンサ1に印加する。11は同期回路手段であり、バイアス回路手段10がカラーセンサ1に印加する3種類の逆バイアス電圧を順次選択するための同期信号を発生する。12は光電流検出回路手段であり、同期回路手段11からの同期信号を用いてバイアス回路手段10の逆バイアス電圧印加に伴って発生するカラーセン

サ1の光電流を検出する機能を有する。13は色識別回路手段であり、光電流検出回路手段12によって得られた3種類の光電流に対して上記(1)～(3)式の演算を施すことにより $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ を求め、これらの値から被測定光の色彩を求める機能を有する。

つぎに、このように構成された色彩測定装置の全体的な動作を簡単に説明する。バイアス回路手段10は、同期回路手段11が発生する同期信号にしたがって、被測定光の入射されているカラーセンサ1に逆バイアス電圧0V、-3V、-6Vを順次印加していく。光電流検出回路手段12は、この逆バイアス電圧の印加によって得られる光電流 $I(0)$ 、 $I(-3)$ 、 $I(-6)$ を同期回路手段11の同期信号を用いてサンプリングする。色識別回路手段13は、光電流検出回路手段12により求められた $I(0)$ 、 $I(-3)$ 、 $I(-6)$ から $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ を所定の演算により算出し、その結果から被測定光の色彩を判別する。

第7図は本発明の色彩測定装置の他の実施例を

示すブロック図である。本実施例のカラーセンサ1は、透明電極3が共通の電極となっており、裏面電極7が3分割されているものであり、実質的に3個のカラーセンサを備えている。20はカラーセンサ1の3組の電極対のそれぞれに所定の逆バイアス電圧を印加するバイアス回路手段20であり、本実施例ではそれぞれの電極対に0V、-3V、-6Vの電圧を印加するようになっている。21は光電流検出回路手段であり、実質的には、カラーセンサ1の3組の電極対に対応して発生する光電流を所定のレベルまで増幅する増幅回路である。22は色識別回路手段であり、光電流検出回路手段21によって得られた3種類の光電流に対して上記(1)～(3)式の演算を施すことにより $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ を求め、これらの値から被測定光の色彩を求めるものである。

本実施例では、被測定光の入射されているカラーセンサ1の3組の電極対のそれぞれに対して、バイアス回路手段20が、逆バイアス電圧0V、-3V、-6Vをそれぞれ印加する。光電流検出

回路手段21は、この逆バイアス電圧の印加によって得られるカラーセンサ1からの3種の光電流 $I(0)$ 、 $I(-3)$ 、 $I(-6)$ を抽出し、色識別回路手段22は、この光電流 $I(0)$ 、 $I(-3)$ 、 $I(-6)$ から $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ を所定の演算により算出し、その結果から被測定光の色彩を判別する。

上述した色彩測定装置の2つ実施例のうち、第6図に示すものは、カラーセンサ1の受光部を非常に小さくすることができるため、被測定光の空間的なバラツキの影響を除去することができ、微小な面積での色の違いを識別できるという利点を有する。一方、第7図に示すものは、カラーセンサ1の3種類の光電流を時系列でなく、並列的に同時にサンプリングするので高速での色の識別が可能になるという利点を有する。

なお、本発明の色彩測定装置の回路部は、ディスクリートな回路部品で実現するものであってもよく、またマイクロコンピュータで実現するものであってもよい。

示す特性図、第5図は従来のカラーセンサの分光感度を示す特性図、第6図は本発明の色彩測定装置の一実施例を示すブロック図、第7図は本発明の色彩測定装置の他の実施例を示すブロック図である。

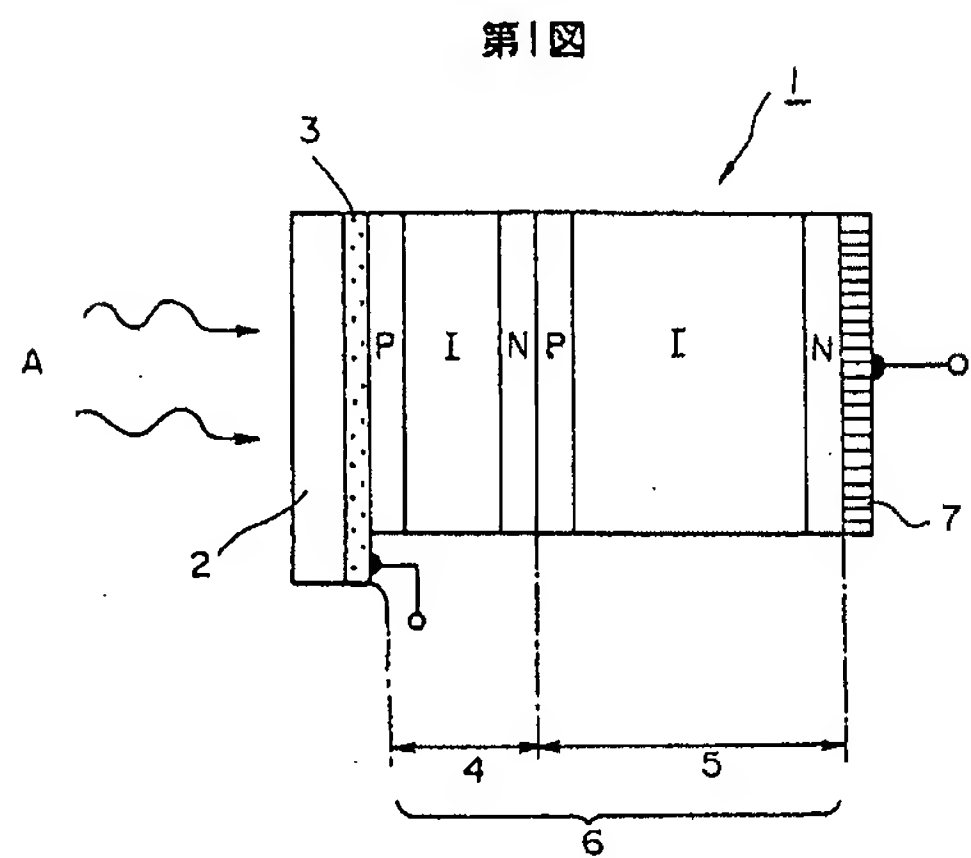
1…カラーセンサ、2…ガラス基板、3…透明電極、4…前段アモルファス光電センサ、5…後段アモルファス光電センサ、6…光電センサ積層体、7…裏面電極、10、20…バイアス回路手段、11…同期回路手段、12、21…光電流検出回路手段、13、22…色識別回路手段。

#### (発明の効果)

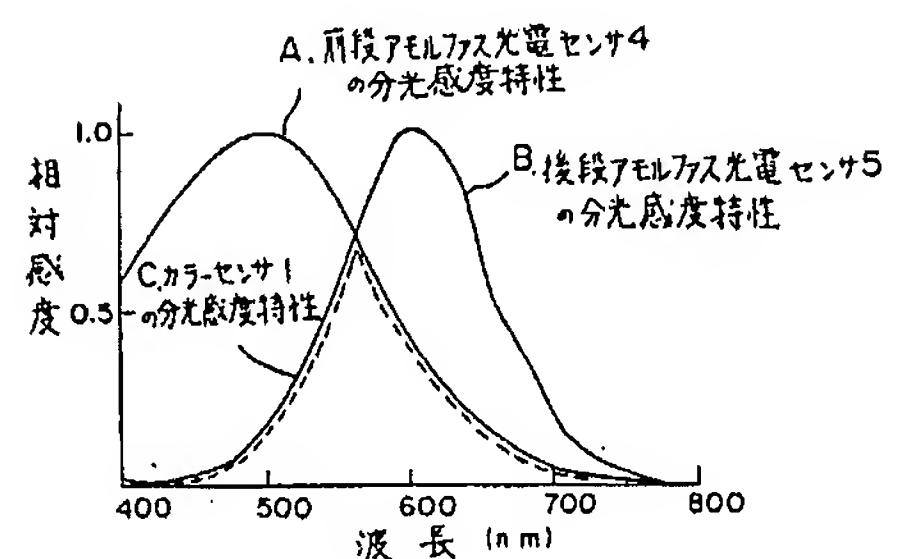
以上説明したように本発明のカラーセンサによれば、電極間に異なるバイアス電圧を印加することにより、緑、赤、青のそれぞれの波長帯にピークをもつ分光感度特性が得られる。すなわち、本発明のカラーセンサによれば、従来のカラーセンサのような光学フィルタが不要であるので、小型化が可能であり、しかも、光学フィルタのために生ずる特性劣化が全く無いという利点を有する。また、近赤外領域に感度を有しないアモルファスシリコンをベースにしているので、赤外カットフィルタも不要である。そして、このカラーセンサを用いた本発明の色彩測定装置によれば、これらの分光感度特性に基づいて出力される光電流から所定の演算により色彩を判定することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例であるカラーセンサ1を示す側面図、第2図はその分光感度を示す特性図、第3図は印加電圧を変化させたときの分光感度を示す特性図、第4図は補正した分光感度を



第2図

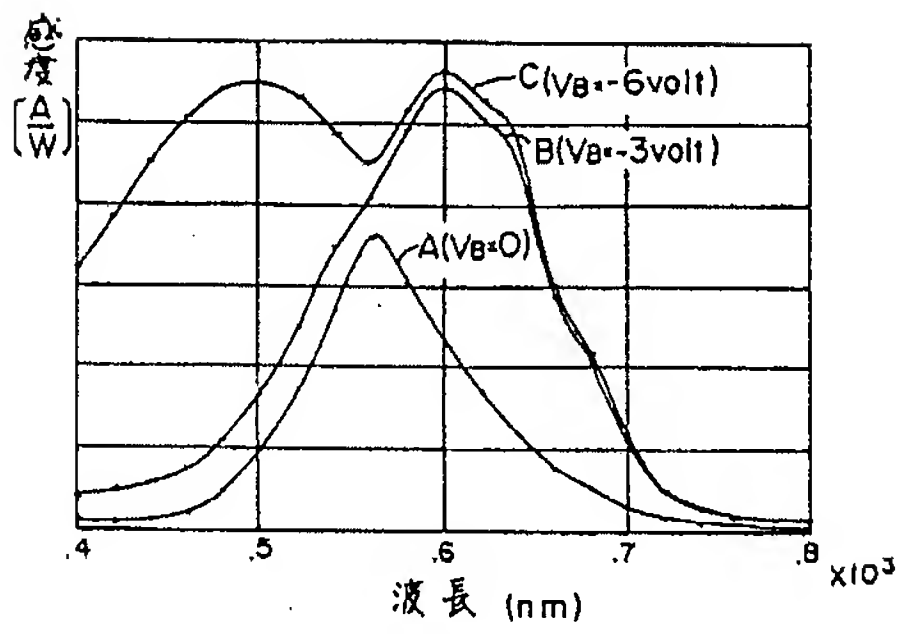


特許出願人 山武ハネウエル株式会社

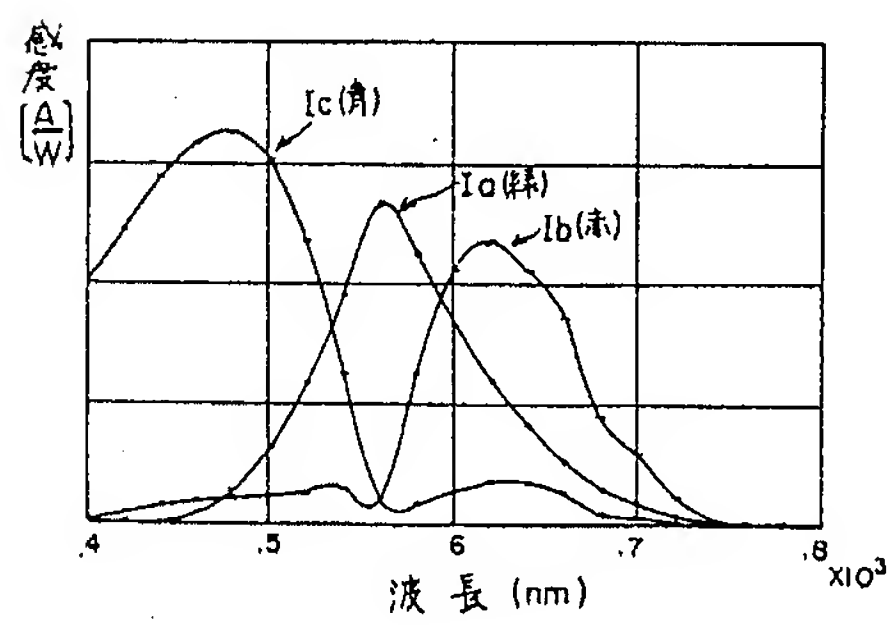
浜川 圭弘

代理人 山川 政樹 (ほか2名)

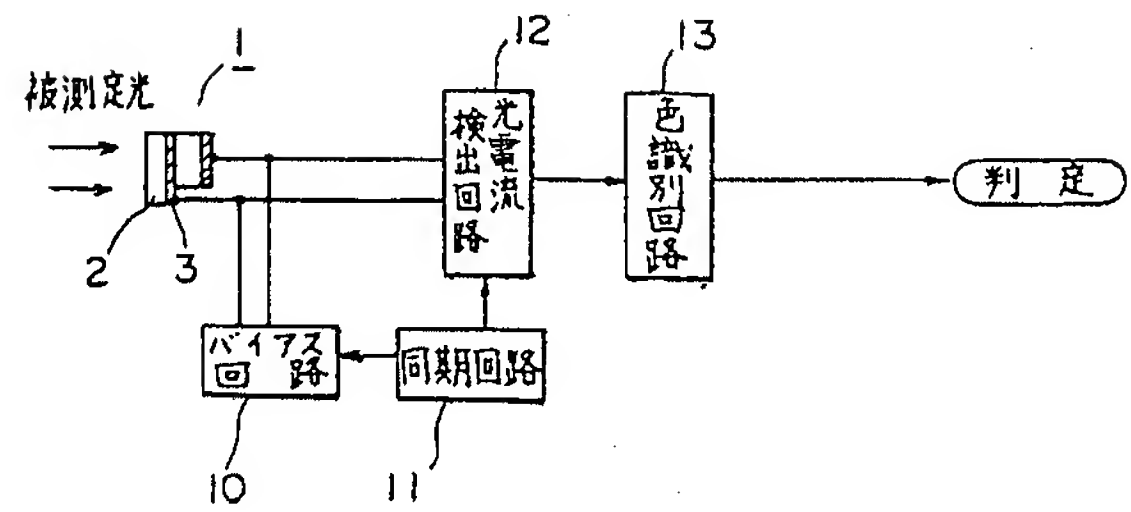
第3図



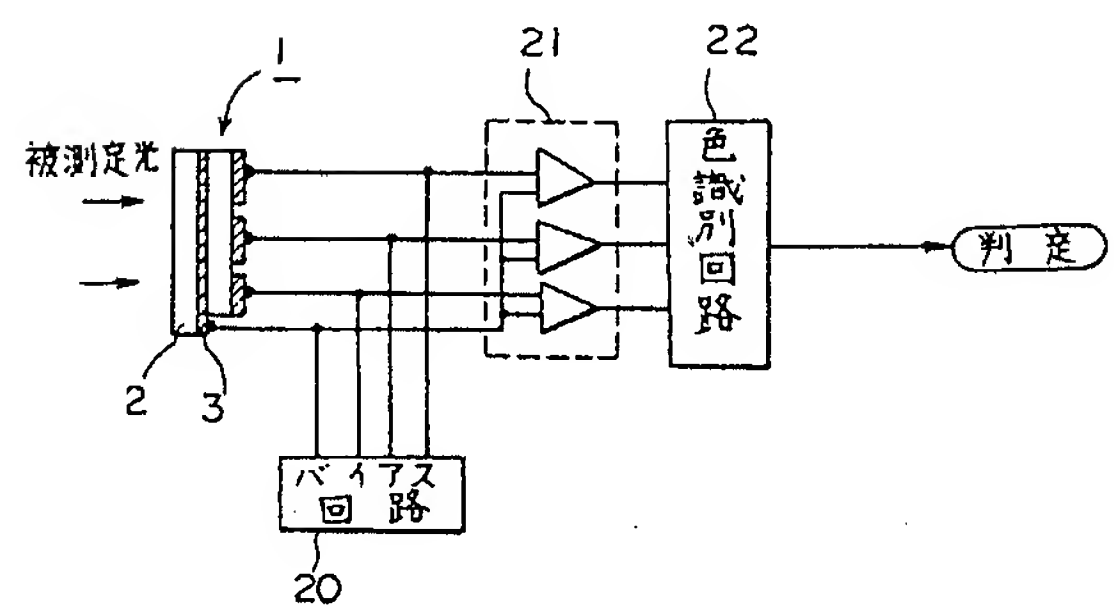
第4図



第6図



第7図



第5図

